



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
DE 101 05 200 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
C 03 B 23/035

(71) Anmelder:

SAINT-GOBAIN SEKURIT Deutschland GmbH & Co.
KG, 52066 Aachen, DE

(72) Erfinder:

Balduin, Michael, 52477 Alsdorf, DE; Havenith,
Hubert, 52146 Würselen, DE; Labrot, Michael, Dr.,
52072 Aachen, DE

(56) Entgegenhaltungen:

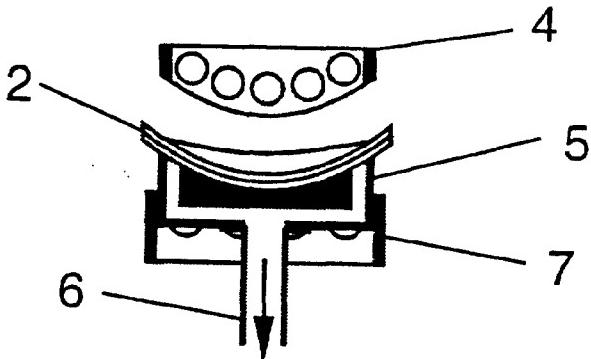
DE	21 19 699 A
DE	197 25 189
DE	43 37 559
US	48 94 080
EP	07 05 798 B1
EP	05 30 211 B1
EP	05 31 152 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zum paarweisen Biegen von Glasscheiben

- (57) Bei einem Verfahren zum paarweisen Biegen von auf ihre Erweichungstemperatur erhitzten, aufeinander liegenden Glasscheiben wird
 - das Glasscheibenpaar (2) zum Vorbiegen unter Schwerkraftwirkung auf einer Rahmenbiegeform (4) abgelegt,
 - das vorgebogene Glasscheibenpaar (2) auf eine Saugbiegeform (5) mit konkaver Formfläche übergeben, wobei eine Anlage der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe zumindest an den Umfangsrand der Formfläche hergestellt wird,
 - durch Anlegen eines Unterdrucks während einer bestimmten Zeitspanne Luft aus dem Zwischenraum zwischen der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe und der Saugbiegeform (5) abgesaugt und das Glasscheibenpaar (2) durch den Umgebungsdruck auf die konkave Formfläche der Saugbiegeform (5) gedrückt,
 - nach Ende der Unterdruckbeaufschlagung das fertig geformte Glasscheibenpaar (2) von der Saugbiegeform (5) auf eine Transportvorrichtung (7) übergeben und abgekühlt.



DE 101 05 200 A 1

DE 101 05 200 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum paarweisen Biegen von Glasscheiben, bei dem das Glasscheibenpaar in horizontaler Lage auf einer Rahmenbiegeform durch Schwerkraftbiegen vorgebogen und anschließend mit Hilfe einer auf das vorgebogene Glasscheibenpaar einwirkenden vollflächigen Biegeform nachgebogen wird. Sie bezieht sich auch auf eine insbesondere zum Ausführen dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung. Paarweise gebogene Glasscheiben werden hauptsächlich, jedoch nicht ausschließlich, zu Fahrzeug-Windschutzscheiben aus Verbundglas weiter verarbeitet.

[0002] DE-C1-43 37 559 beschreibt ein einschlägiges Verfahren, bei dem die auf einer Rahmenbiegeform vorgebogenen Glasscheibenpaare von unten an eine obere vollflächige Biegeform angelegt werden. Letzter ist randseitig von einer Schürze umgeben, welche mit dem Außenrand der oberen Biegeform einen Ringspalt bildet. Nach dem Anlegen der erhitzen Glasscheiben an die obere Biegeform mittels der Rahmenbiegeform wird Luft durch besagten Ringspalt mit hoher Strömungsgeschwindigkeit abgesaugt. Darauf legen sich die beiden Glasscheiben vollflächig an die obere Biegeform an. Sie erhalten gemeinsam ihre endgültige sphärische Gestalt. Die Luftströmung in den Ringspalt soll auch eventuelle Lufteinschlüsse zwischen den beiden Scheiben abströmen lassen.

[0003] Aus EP-A2-0 531 152 ist ein anderes einschlägiges Verfahren bekannt. Danach werden die Glasscheiben nach dem paarweisen Vorbiegen auf der Rahmenbiegeform von dieser abgehoben und gemeinsam auf eine untere Preßbiegeform überführt. Beim Nachbiegen werden die Glasscheiben ebenfalls durch mechanisches Pressen gegen eine obere Vollform in die endgültige Form gebogen. Ein solches Verfahren kann zu optischen Störungen auf den Flächen der Glasscheiben führen, weil die Preßkräfte notwendigerweise von der einen auf die andere Glasscheibe übertragen werden müssen.

[0004] Aus EP-B1-0 705 798 ist ein Verfahren zum Rahmenbiegen einer oder paarweise aufeinander liegender Glasscheiben durch Schwerkraft bekannt, bei dem die auf einen starren Vorbiegerahmen aufgelegte(n) Glasscheibe(n) sich durch Schwerkraftwirkung an das Profil dieses Biegerahmens anpassen. In einem folgenden zweiten Biegeschritt werden die zu biegenden Glasscheiben von dem außenliegenden Vorbiegerahmen auf einen beweglichen innen liegenden Endbiegerahmen übergeben, welcher rein mechanisch steuerbar ist.

[0005] Die bekannten Verfahren sind nicht frei von Nachteilen. Wird zum Nachbiegen als untere Biegeform nur eine Rahmenbiegeform verwendet, so lässt sich nicht verhindern, daß die Glasscheiben im Mittelfeld innerhalb des Randbereichs eine beim Schwerkraftbiegen in der Vorbiegephase erfolgte stärkere Durchbiegung beibehalten. Verwendet man zum Vermeiden dieses Nachteils als untere Preßbiegeform eine vollflächige Biegeform, dann kann es zu optischen Verzerrungen in den Glasscheiben kommen, die darauf beruhen, daß die erste Berührung im Bereich der stärksten Durchbiegung zu kleinflächigen Deformationen führt, die auch beim weiteren Preßvorgang nicht vollständig beseitigt werden. Außerdem sind die bekannten, mit mechanischen Pressen arbeitenden gattungsgemäßen Verfahren in der Regel mit einem erheblichen konstruktiven Aufwand verbunden.

[0006] DE-A1-21 19 699 offenbart eine Saugbiegeform mit konkaver Formfläche. Unter Saugbiegeform wird eine beispielsweise kastenförmige Vorrichtung verstanden, deren Formseite oder -fläche von einer vollflächigen Biegekontur

gebildet ist. Diese – hier konkave-Formfläche ist zumeist in an sich bekannter Weise mit einer Vielzahl von Löchern versehen. Innerhalb des Kastens befinden sich mit den Löchern kommunizierende Kanäle und Hohlräume. Diese sind über geeignete Absaug-Leitungen an einen Unterdruckerzeuger bzw. evakuierten Behälter anschließbar. Schaltbare Ventile in den Leitungen ermöglichen ein plötzliches Evakuieren besagter Kanäle und Hohlräume. In dessen Folge wird Luft durch die Löcher von der Außenseite der Saugbiegeform abgesaugt, wobei stellenweise sehr hohe Druckdifferenzen und Strömungsgeschwindigkeiten erreicht werden. Gemäß der vorerwähnten Druckschrift lässt man eine an einer oberen vollflächigen Saugbiegeform vorgebogene Glasscheibe auf die untere konvexe Saugbiegeform fallen. Zunächst kommen deren Ränder mit der unteren Form in Berührung. Die Glasscheibe sackt darauf einerseits unter Schwerkraftwirkung durch, wird andererseits aber auch von der Druckdifferenz zwischen dem Umgebungsdruck und dem in der unteren Form aufgebauten Unterdrucks gegen die Formfläche gepreßt.

[0007] EP-B1-0 530 211 beschreibt eine Vorrichtung zum Biegen von einzelnen Glasscheiben, welche eine konkav vollflächige untere (Saug-)Biegeform umfasst, auf welche auf Erweichungstemperatur erhitzte Glasscheiben abgelegt werden. Sodann wird eine obere Rahmenbiegeform mit komplementärer konvexer Oberfläche auf die Kante der Glasscheibe abgesenkt, um deren Ränder auf den Rand der unteren Biegeform zu drücken. Schließlich wird die Luft zwischen der unteren Biegeform und der Glasscheibe durch impulsartige Unterdruckbeaufschlagung des Formkastens abgesaugt, wobei die Randbelastung durch die Rahmenbiegeform die Abdichtung nach außen sicherstellt. Die Glasscheibe wird in vollflächigen Kontakt mit der unteren Biegeform gebracht und erhält so ihre endgültige sphärisch gebogene Gestalt. In beiden letztgenannten Druckschriften ist nicht vom paarweisen Biegen von Glasscheiben die Rede.

[0008] Noch ein anderes bekanntes Verfahren (DE-C1-197 25 189) zum Biegen von Glasscheiben mit Übergabe von einzelnen Glasscheiben zwischen verschiedenen Vor- und Saugbiegeformen und einer Transportvorrichtung bedient sich einer in Segmente aufgeteilten Rahmenbiegeform. Diese Segmente können auseinander bewegt werden, um eine vollflächig-konvexe (Saug-)Biegeform zum Aufnehmen der noch ungebogenen Glasscheibe von einem Förderer passieren zu lassen. Nachdem die Glasscheibe mit der Biegeform vom Förderer abgehoben wurde, werden die Segmente wieder zur geschlossenen Rahmenform zusammengefügt, die als untere Preßbiegeform die Ränder der Glasscheibe an die vollflächige Form preßt.

[0009] Ein Vorteil konkaver Saugbiegeformen ist, daß die Glasscheibe in der Scheibenfläche durch Ansaugen ohne mechanischen Formkontakt gebogen wird. Dadurch werden Formgewebeabdrücke auf der Glasoberfläche weitestgehend vermieden. Dieses wirkt sich positiv auf die optischen Eigenschaften (Transmission) aus.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein weiteres Verfahren zum paarweisen Biegen von Glasscheiben sowie eine zu dessen Durchführung geeignete Vorrichtung anzugeben.

[0011] Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die Merkmale des Patentanspruchs 9 geben eine entsprechende Vorrichtung an. Die Merkmale der den unabhängigen Ansprüchen jeweils nachgeordneten Unteransprüche

geben vorteilhafte Weiterbildungen dieser Gegenstände an.

[0012] Zwischen zwei paarweise durch Schwerkraft auf einem Rahmen vorgebogenen Glasscheiben sind in der Regel allenfalls minimale Luftpolumina bei minimalen Rand-

spalten eingeschlossen. Das erfundungsgemäße Verfahren nutzt nun den Effekt, dass bei raschem Abbau des Drucks auch nur zwischen der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe und der Formfläche einer konkaven Saugbiegeform Luft allenfalls langsam zwischen die beiden Scheiben eindringen kann.

[0013] Überraschend reicht eine hinreichend schnell erzeugte Druckdifferenz zwischen besagter Unterseite und der Oberseite der an sich nur lose aufliegenden zweiten Glasscheibe aus, beide Glasscheiben gleichzeitig auf die Formfläche zu drücken. Natürlich unterstützt die Schwerkraft diese Bewegungsrichtung ohnehin. Jedenfalls ist keine mechanische Einwirkung auf die Fläche der oben liegenden Glasscheibe erforderlich.

[0014] Von Vorteil ist es dabei, wenn die Trennfläche beider Glasscheiben zuvor in an sich bekannter Weise mit einem Trennmittel belegt wurde. Damit werden jegliche gegenseitige Beschädigungen der beiden erweichten Scheibenflächen vermieden, die durch unvermeidliche Relativbewegungen während des gemeinsamen Formvorgangs auftreten könnten.

[0015] Die Glasscheiben erhalten mit diesem Verfahren eine mit den üblichen Preßbiegeverfahren vergleichbare hohe Formgenauigkeit sowohl im Randbereich als auch im Mittelfeld. Zugleich werden optische Verzerrungen auf der gesamten Oberfläche praktisch vermieden. Bei Verwendung einer konkaven Vollform gemäß der Erfindung wird das Glas in Scheibenmitte gedehnt, während beim Biegen auf konvexen Formen ausgehend von der Scheibenmitte gebogen wird, was zu Stauchungen und Verwellungen am Rand der Glasscheiben führen kann.

[0016] Bei besonders hohen Verformungs-Anforderungen, insbesondere zum Herstellen komplexer, sphärisch gebogener Scheibenformen und bei starker Vorbiegung, wird die Anschmiegeung der unteren Glasscheibenseite an den Umfangsrand der konkaven Saugbiegeform allein durch Schwerkraftwirkung zum einen nicht ausreichen, um den Raum zwischen der unteren Glasscheibenseite und der Biegeformfläche nach außen abzudichten. Des weiteren können unter diesen Randbedingungen Spalte zwischen den Rändern der beiden aufeinander liegenden Glasscheiben auftreten. In solche Spalte könnte Luft eindringen, wenn beim anschließenden Biegevorgang bzw. Hauptbiegeschritt nur die Fläche der unten liegenden Glasscheibe mit Unterdruck beaufschlagt wird.

[0017] Unter solchen schwierigeren Umständen kann es erforderlich werden, die Ränder der beiden Scheiben auf den Rand der konkaven Saugbiegeform in an sich bekannter Weise mechanisch anzudrücken. Damit wird einerseits der mit Unterdruck zu beaufschlagende Raum hinreichend gut nach außen abgedichtet. Andererseits werden die Ränder beider Scheiben zuverlässig aufeinander gedrückt, so dass während des Biegevorgangs keine Luft zwischen sie eindringen kann. Hierzu wird die Oberseite der oben liegenden Glasscheibe mit einer oberen Form in Kontakt gebracht, sei es durch Absenken der oberen Form auf die Glasoberfläche, sei es durch Anheben der unteren konkaven Form. Man wird als obere Form bevorzugt eine zum Rand der unteren Form komplementäre Rahmenbiegeform verwenden, um die mechanische Einwirkung auf die Oberseite der Glasscheibe möglichst geringflächig zu halten. Unvermeidliche optische Störungen am Scheibenrand können unter dem auf Windschutzscheiben üblicherweise vorgesehenen opaken Farbband verborgen werden.

[0018] Bevorzugt wird man die mechanische Abdichtung nur ganz kurzzeitig wirken lassen, während die Druckdifferenz zwischen der Formfläche und der Oberseite des Glasscheibenpaars länger aufrecht erhalten wird, um die ge-

wünschte (komplexe) Scheibenform ganz sicher zu erreichen. Auf diese Weise werden auch durch den mechanischen Kontakt entstehende Oberflächenfehler auf der oben liegenden Glasscheibe weitestgehend reduziert.

5 [0019] Es wird aber auch in dieser Variante vollständig vermieden, die unten liegende Glasscheibe mechanisch auf ihrer (Sicht-)Fläche durch die obere Glasscheibe hindurch zu belasten.

[0020] Durch Versuche wurde bereits festgestellt, dass 10 dieses Verfahren bei geringeren Temperaturen als vergleichbare Verfahren durchführbar ist. Das führt zu den Vorteilen, dass auch beschichtete Glasscheiben gebogen werden können, ohne die hitzebeständigen Schichtsysteme an die Grenze ihrer Temperaturtoleranz bringen zu müssen. Bekanntlich werden derartige großflächige Glasscheiben vornehmlich mit Infrarotstrahlen reflektierenden, optisch jedoch hoch transparenten Schichtsystemen versehen, um die Wärmeeinstrahlung im Fahrzeuginnenraum bedeutend zu reduzieren. Zwar ertragen manche Schichtsysteme schon 15 Temperaturen bis zu 650°C, jedoch mindert jegliche Reduzierung der maximal zu ertragenden Temperatur beim Biegen der beschichteten Glasscheiben das Risiko von Schäden an der Beschichtung.

[0021] Das Glasscheibenpaar kann von der Vorbiege-Rahmenform auf die vollflächige konkave Saugbiegeform grundsätzlich durch eine separate Transportvorrichtung übergeben werden. Man kann auch besagte Rahmenform selbst als Transportmittel benutzen, um die Glasscheiben auf der unteren Vollform abzulegen. Führt man die vollflächige 20 Form etwas kleiner als die Glasscheibenflächen aus, dann kann man in einer Relativbewegung zwischen Rahmen- und Vollform die Übergabe direkt vornehmen. Dabei durchdringt die Vollform die Rahmenform, welche die Glasscheiben nur entlang ihrem äußersten Rand abstützt, und kommt 25 mit der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe in Kontakt. Deren Rand kragt geringfügig über den Umriss der Formfläche aus. Man kann die Vorbiege-Rahmenform auch hier in der bereits erwähnten Weise, ggf. in geeigneter Abwandlung, in Segmente aufteilen, um die Übergabe von der 30 Rahmenform auf die Saugbiegeform zu optimieren.

[0022] Da die oben liegende Glasscheibe vollständig und flächig auf der unten liegenden Scheibe liegt, kann sie grundsätzlich umlaufend oder entlang bestimmten Kanten etwas kleinerflächig zugeschnitten werden als die unten liegende Scheibe. Bei starken Biegungen hat das den Vorteil, dass diese stärker gebogene Innenscheibe auch nach dem Biegen nicht über den Rand der Außenscheibe auskragt, wie es bei exakt gleich groß geschnittenen Scheiben der Fall ist. Man hat dann einen vergleichsweise saubereren Randabschluss der fertigen Verbundglasscheibe.

[0023] Es ist zweckmäßig, zum Übergeben des fertig gebogenen Glasscheibenpaars von der konkaven Vollform zur Kühlstation eine der Scheibenform möglichst genau entsprechende Transportvorrichtung vorzusehen. Der Vorbiege-Rahmen eignet sich in der Regel nicht hierzu, weil die fertig gebogene Glasscheibenform erheblich von der nur vorgebogenen Form abweicht. In einer bevorzugten Ausführung ist auch diese Transportvorrichtung rahmenförmig ausgebildet und praktisch koaxial sowohl zu dem Vorbiege-Rahmen als auch zur konkaven Vollform angeordnet. Der erzielbare Platzgewinn – die gesamte Biegestation wird hierdurch recht kompakt – kann allerdings bewegliche Teile an dem Vorbiege-Rahmen und/oder am Transportrahmen für die fertigen Scheiben erforderlich. So kann ggf. auch die 55 Transportvorrichtung wieder in der an sich bekannten Weise in Segmente aufteilen, um eine optimale Raumnutzung zu erreichen. Zum Durchführen des Biegeverfahrens im engeren Sinne sind allerdings diese Maßnahmen von nachrangig-

ger Bedeutung.

[0024] Weitere Einzelheiten und Vorteile des Gegenstands der Erfindung gehen aus der zeichnerischen Darstellung verschiedener Stadien bzw. Phasen der Durchführung des Verfahrens bzw. der Biegeschritte in einer entsprechenden Vorrichtung und deren sich im folgenden anschließender eingehender Beschreibung hervor.

[0025] Es zeigen in vereinfachter Prinzipdarstellung

[0026] Fig. 1 den Vorbiegevorgang,

[0027] Fig. 2 die Übergabe des Scheibenpaares auf die konkavc vollflächige Saugbiegeform,

[0028] Fig. 3 das Abdichten des Randes des Glasscheibenpaars mittels einer oberen Form,

[0029] Fig. 4 den Beginn der Unterdruckbeaufschlagung,

[0030] Fig. 5 das Entfernen der oberen Form, bei gleichzeitig anhaltender Unterdruckbeaufschlagung durch die Saugbiegeform,

[0031] Fig. 6 die Übergabe des fertig gebogenen Glasscheibenpaars auf eine Transportvorrichtung.

[0032] Fig. 1 zeigt innerhalb einer nur angedeuteten Biegestation 1 ein Glasscheibenpaar 2, das auf einer rahmenförmigen Vorbiegeform 3 abgelegt wurde. Generell kann diese Vorbiegeform bereits zum Transport der aufgelegten Glasscheiben während des Aufheizens der Glasscheiben auf ihre Erweichungstemperatur in einem nicht gezeigten Ofen verwendet werden, der Bestandteil der Vorrichtung sein kann. Die Übergabe ist aber auch anderweitig mit anderen, an sich bekannten Mitteln möglich. Die paarweise Biegebehandlung der beiden Glasscheiben beginnt jedenfalls mit dem gemeinsamen Vorbiegeschritt, der unter Schwerkraftwirkung auf der Vorbiegeform 3 ausgeführt wird. Diese Vorbiegung ist in der in Fig. 1 gezeigten Phase bereits eingetreten.

[0033] Oberhalb der Vorbiegeform 3 befindet sich eine konvexe Oberform 4, welche ebenfalls als Rahmenform ausgeführt ist. Der Umriss ihrer Formfläche ist etwas kleiner als der Umriss der von der Vorbiegeform aufgespannte Umriss. Die Funktion der Oberform 4 wird später noch erläutert. Unter bestimmten Bedingungen, auf die ebenfalls noch eingegangen wird, kommt die Oberform 4 bei dem hier beschriebenen Verfahren allerdings nicht zwingend zum Einsatz.

[0034] Unterhalb der Vorbiegeform 3 befindet sich eine konkave Saugbiegeform 5 mit einem Absaugkanal 6. Die Formkontur der Oberform 4 ist komplementär zur Formfläche der Saugbiegeform 5. Letztere ist in der hier gezeigten Ausführung durch einen nicht gezeigten Antrieb in Schwerkraftrichtung höhenbeweglich. Ihr Umfang ist so gestaltet, dass sie beim Anheben mit knappem allseitigem Freigang durch den von der Vorbiegeform umschriebenen Raum hindurch geführt werden und das Glasscheibenpaar 2 auf ihre Formfläche übernehmen kann. Die Formfläche der Saugbiegeform 5 kann geringfügig gegenüber dem Außenrand der Glasscheiben zurückspringen.

[0035] Natürlich ließe sich der Übergabe-Vorgang an sich auch umgekehrt darstellen, indem die Vorbiegeform 3 zur Saugbiegeform 5 hin bzw. über diese so abgesenkt wird, dass die Saugbiegeform 5 in sie eintaucht. Ggf. werden Segmente einer aufgeteilten Vorbiegeform bei diesem Übergabe-Vorgang auseinander bewegt.

[0036] Es versteht sich, dass sämtliche Formflächen, die mit dem Glas in Berührung kommen, in der üblichen Weise mit einem hitzebeständigen Gewebe oder Gewirk bekleidet sind, welches das Beschädigungsrisiko durch den mechanischen Kontakt weiter mindert.

[0037] Der Übergang vom Vorbiege- zum Hauptbiegeschritt des Biegevorgangs ist in Fig. 2 gezeigt. Der Rand der unten liegenden Scheibe liegt bereits auf dem Umfangsrand der angehobenen Saugbiegeform 5, kragt aber um ein gerin-

ges Mass über den Umriss der Saugbiegeform 5 aus. Die obere Scheibe des vorgebogenen Glasscheibenpaars 2 hat bisher keinerlei direkten Kontakt mit den Biegeformen.

[0038] Mitunter sind große Biegeradien bzw. kleine Tangentenwinkel (das sind die Winkel zwischen der ursprünglichen Ebene der unverformten Flachglasscheibe und den Tangenten an die jeweiligen Randbereiche der fertig gebogenen Glasscheibe) im Randbereich der Glasscheiben zu erzeugen. Dann kann allein schon die Schwerkraftwirkung beim Auflegen der nur leicht vorgebogenen Glasscheiben auf die Saugbiegeform eine gute Anschmiegeung des Scheibenrands an den Umfangsrand der Biegeformfläche herbeiführen. In der Folge ist der zwischen der Unterseite der unteren Glasscheibe und der Biegeformfläche frei bleibende Raum schon jetzt nach außen hin praktisch abgedichtet. Auch zwischen den Rändern der beiden Glasscheiben bilden sich in solchen Fällen allenfalls vernachlässigbare Luftröpfe. Man kann jetzt schon den Unterdruck an die Saugbiegeform anlegen, um die beiden Glasscheiben des Glasscheibenpaars 2 gleichzeitig gegen die Biegeformfläche zu drücken. Eine Benutzung der Oberform 4 wäre nicht notwendig.

[0039] Diese kommt jedoch – wie in Fig. 3 als weitere Phase gezeigt – dann zum Einsatz, wenn in Folge einer komplexen Biegeform der fertigen Glasscheiben (enge Radien bzw. große Tangentenwinkel am Rand) eine Anschmiegeung der unteren Glasscheibenfläche an den Umfangsrand der Saugbiegeform 5 allein durch Schwerkraft beim Übergabevorgang nicht erreichbar ist. Hier wird wiederum die Saugbiegeform 5 so weit angehoben, bis die komplementäre Formfläche der Oberform 4 mit der Oberseite der oben liegenden Glasscheibe in Kontakt kommt. Selbstverständlich könnte man gleichwertig auch die Oberform 4 auf die Saugbiegeform 5 absenken. In beiden Fällen wird das Glasscheibenpaar 2 randseitig auf die Formfläche der Saugbiegeform gepresst.

[0040] Ist auf diese Weise die Randabdichtung zwischen der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe und dem Umfangsrand der Biegeformfläche einerseits sowie zwischen den Rändern beider Glasscheiben andererseits sicher gestellt, so wird gemäß Fig. 4 die Verbindung zwischen dem nicht gezeigten Unterdruckerzeuger und der Saugbiegeform 5 geschaltet. Die nun einsetzende Absaug-Luftströmung ist durch einen abwärts weisenden Pfeil in dem Absaugkanal 6 der Saugbiegeform 5 angedeutet. Der oberhalb des Glasscheibenpaars 2 vorliegende Umgebungsdruck bzw. die über das Glasscheibenpaar 2 aufgebaute Druckdifferenz drückt nunmehr beide Glasscheiben gleichzeitig gegen die Biegeformfläche. Diese erhalten gleichzeitig eine hochgradig komplementäre endgültige Raumform. Eventuelle Spuren der mechanischen Einwirkung der Oberform 4 auf die Oberseite der oben liegenden Glasscheibe bleiben lokal eng auf deren äußeren Randbereich begrenzt.

[0041] Nach einer kurzen vorgegebenen Zeit wird der Kontakt der Oberseite der oben liegenden Glasscheibe mit der Oberform 4 wieder aufgehoben, wie in Fig. 5 gezeigt. Die Saugbiegeform 5 wird bei fortwährender Unterdruckbeaufschlagung wieder abgesenkt (bzw. ggf. die Oberform 4 wieder abgehoben). Dennoch bleibt immer noch für eine abhängig von der Komplexität der fertigen Biegekontur des Glasscheibenpaars 2 definierte Zeitspanne die Druckdifferenz über das Glasscheibenpaar 2 erhalten (abwärts weisender Pfeil im Absaugkanal 6). Damit wird sicher gestellt, dass auch nach dem Entfernen der Oberform noch ein vollflächiger Kontakt zwischen der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe und der konkaven Biegeformfläche der Saugbiegeform 5 hergestellt werden kann.

[0042] Beim vorstehend schon erwähnten Verzicht auf die

Benutzung der Oberform **4** während des Hauptbiegeschritts kann unmittelbar von der in **Fig. 2** gezeigten Übergabe-Phase auf die in **Fig. 5** gezeigte Phase einer zeitlich begrenzten Unterdruckbeaufschlagung des frei aufliegenden Glasscheibenpaars übergegangen werden. Die Schritte in **Fig. 3** und **4** könnten dann entfallen.

[0043] Als letzte Phase des eigentlichen Biegeverfahrens wird die Unterdruckbeaufschlagung nach der hierfür vorge-sehenen Zeitspanne aufgehoben. Das Glasscheibenpaar **2** liegt nun fertig gebogen zunächst frei in flächiger Berührung auf der Saugbiegeform **5**. Es kann von dieser, wie hier in **Fig. 6** dargestellt, auf eine Transportvorrichtung **7** übergeben werden, die hier an die Stelle der zuvor benutzten Vor-biegeform **3** getreten ist. Die Transportvorrichtung **7** ist in an sich bekannter Weise wieder als Rahmenform ausgeführt. Ihre Oberfläche bildet im optimalen Fall eine stetige Fortsetzung der Biegeformfläche der Saugbiegeform **5**. Die von ihr umschriebene freie Fläche ist also wiederum mindestens so groß wie die Saugbiegeform. Beim Übergeben des fertig ge-bogenen, jedoch noch heißen Glasscheibenpaares **2** – hier durch Absenken der Saugbiegeform **5** durch die Transportvorrichtung hindurch bewirkt – wird so einer weiteren unbe-absichtigt Randverformung vorgebeugt. Auf der Trans-portvorrichtung **7** liegend wird nun das Glasscheibenpaar **2** einer nicht dargestellten Kühlstation zugeführt, wie durch einen nach rechts weisenden Pfeil angedeutet ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum paarweisen Biegen von auf ihre Er-weichungstemperatur erhitzen, aufeinander liegenden Glasscheiben mit folgenden Merkmalen:

- das Glasscheibenpaar **(2)** wird auf eine Rah-menbiegeform **(3)** abgelegt und unter Schwer-kraftwirkung vorgebogen,
- das vorgebogene Glasscheibenpaar **(2)** wird auf eine Saugbiegeform **(5)** mit konkaver Formfläche übergeben, wobei eine Anlage der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe zumindest an den Umfangsrand der Formfläche hergestellt wird,
- durch Anlegen eines Unterdrucks während ei-ner bestimmten Zeitspanne wird Luft aus dem Zwischenraum zwischen der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe und der Saugbiegeform **(5)** abgesaugt und das Glasscheibenpaar **(2)** durch den Umgebungsdruck auf die konkave Formfläche der Saugbiegeform **(5)** gedrückt,
- nach Ende der Unterdruckbeaufschlagung wird das fertig gesetzte Glasscheibenpaar **(2)** von der Saugbiegeform **(5)** auf eine Transportvorrichtung **(7)** übergeben und abgekühlt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-net, daß der Rand des auf die Saugbiegeform **(5)** über-gebenen Glasscheibenpaares **(2)** vor Beginn der Unter-druckbeaufschlagung mittels einer zur Saugbiegeform komplementären Oberform **(4)**, insbesondere mittels einer rahmenförmigen Oberform, wenigstens vorüber-gehend an den Rand der unteren konkaven Saugbiege-form **(5)** angedrückt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeich-net, dass vor dem Ende der Unterdruckbeaufschlagung der Kontakt zwischen der Oberseite der oberen Glas-scheibe und der Oberform aufgehoben und die Unter-druckbeaufschlagung für eine bestimmte Zeit beibehal-tet wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Glasscheibenpaar **(2)** direkt von der Rahmenbiegeform **(3)** auf die kon-

kave Saugbiegeform **(5)** übergeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die einen grö-ßen Umfang als die Saugbiegeform aufweisende Rah-menbiegeform zu der Saugbiegeform abgesenkt wird, wobei die Unterseite der unten liegenden Glas-scheibe in Kontakt mit der Saugbiegeform gebracht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Saugbiege-form von unten nach oben durch die mit größerem Um-fang ausgeführte Rahmenbiegeform geführt und in Kontakt mit der Unterseite der unten liegenden Glas-scheibe gebracht wird.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Transportmittel nach dem Biegen des Glasscheibenpaares eine Rahmenform mit einer sich bündig an die Formfläche der unteren Saugbiegeform anschließenden Kontur verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das fertig gebogene Glasscheibenpaar **(2)** direkt von der Saugbiegeform **(5)** auf die Transportvorrichtung übergeben wird.

9. Vorrichtung zum paarweisen Biegen von aufeinan-derliegenden, auf ihre Erweichungstemperatur erhitzten Glasscheiben, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorstehenden Verfahrensan-sprüche, welche Vorrichtung umfasst

eine rahmenförmige Vorbiegeform **(3)** zum Aufneh-men des Glasscheibenpaares **(2)**,

einen Ofen zum Erhitzen der Glasscheiben, eine Saugbiegeform **(5)** mit konkaver Formfläche, auf welche das vorgebogene Glasscheibenpaar **(2)** überge-ben und aufgelegt wird,

Mittel zum Erzeugen eines zeitlich begrenzten Unter-drucks zwischen der konkaven Formfläche und der Unterseite der unten liegenden Glasscheibe, wodurch eine Druckdifferenz über das vorgebogene Glasscheiben-paar **(2)** aufgebaut und dieses gegen die Formfläche ge-drückt wird,

eine Transportvorrichtung **(7)** zum Überführen des auf sie von der Saugbiegeform **(5)** übergebenen fertig ge-bogenen Glasscheibenpaares **(2)** in eine Kühlstation.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, welche ferner eine zu der Formfläche der Saugbiegeform **(5)** komplemen-täre Oberform **(4)** umfasst, welche vor der Unterdruck-beaufschlagung der Saugbiegeform **(5)** zumindest mit dem Rand der oben liegenden Glasscheibe des Glas-scheibenpaares **(2)** in Kontakt bringbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, deren Vor-biegeform die Saugbiegeform bei der Übergabe des Glasscheibenpaares rahmenförmig umfasst, wobei die Fläche der Saugbiegeform geringfügig gegenüber der Fläche der unten liegenden Glasscheibe zurückspringt.

12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 9 bis 11 mit einer in Segmente aufgeteilten Vor-biegeform, deren Segmente nach der Übergabe des Glas-scheibenpaares **(2)** auf die Saugbiegeform **(5)** auseinan-der bewegbar sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

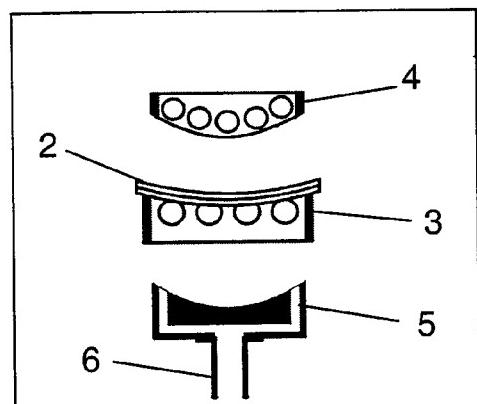


Fig. 1

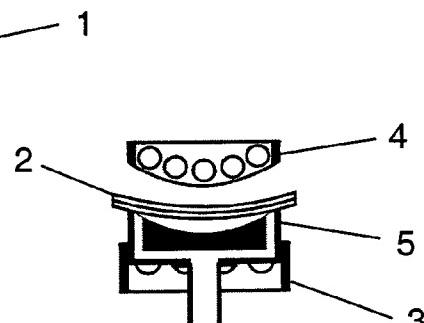


Fig. 2

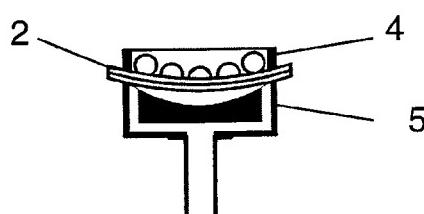


Fig. 3

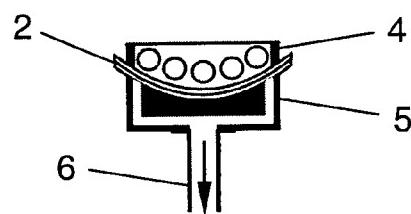


Fig. 4

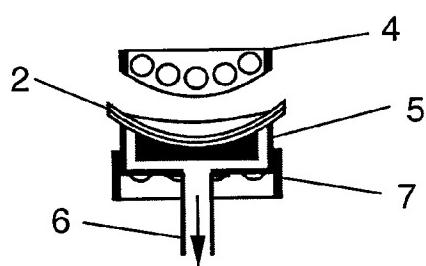


Fig. 5

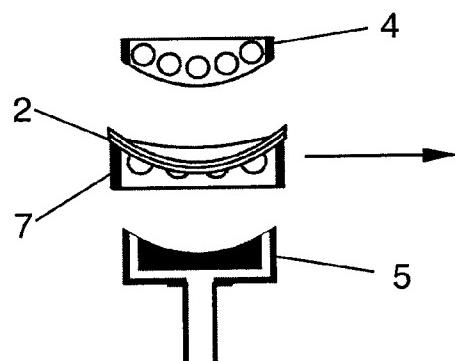


Fig. 6